



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 30 438 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
G 03 F 7/20
B 08 B 7/00

②① Aktenzeichen: 198 30 438.2
②② Anmeldetag: 8. 7. 1998
④③ Offenlegungstag: 13. 1. 2000

DE 198 30 438 A 1

⑦① Anmelder:
Fa. Carl Zeiss, 89518 Heidenheim, DE

⑦② Erfinder:
Gerhard, Michael, Dr., 73432 Aalen, DE; Zehetbauer,
Marcus, 73447 Oberkochen, DE; Sieler, Christine,
89547 Gerstetten, DE; Reisinger, Gerd, 73447
Oberkochen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤④ Verfahren zur Dekontamination von Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlagen
- ⑤⑦ Bei einem Verfahren zur Dekontamination von Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlagen mit optischen Elementen oder von Teilen davon, insbesondere von Oberflächen optischer Elemente, wird UV-Licht und ein Fluid verwendet. Zur Dekontamination wird in Belichtungspausen eine zweite UV-Lichtquelle zumindest auf einen Teil der optischen Elemente gerichtet.

DE 198 30 438 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Dekontamination von Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlagen mit optischen Elementen oder von Teilen davon, insbesondere von Oberflächen optischer Elemente, mit UV-Licht und Fluid. Die Erfindung betrifft auch eine Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage mit einem DUV (deep ultraviolet)-Excimer-Laser als Lichtquelle der Projektionsbelichtung. Damit ist der Wellenlängenbereich von ca. 100–300 nm mit Vakuum-UV umfaßt.

Beim Betrieb von Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlagen im tiefen Ultraviolettbereich (193 nm) machen sich Verunreinigungen von Substraten, wie z. B. Quarz und Calciumfluorid, an der Oberfläche sehr stark durch Absorption bemerkbar. Diese können pro optischem Element bis zu 5% Absorptionsverluste verursachen. Insbesondere für Halbleiter-Objektive sind derartige Absorptionsverluste nicht akzeptierbar. Aus der US 4,028,135 ist es bekannt, kontaminierte Quarz-Resonatoren und Wafer mit DUV-Licht und einem Gasstrom, insbesondere Ozon, zu reinigen.

In der US 5,024,968 ist ein Verfahren zur Reinigung optischer Komponenten, insbesondere für Röntgenlithographie und UV-Excimer-Laseroptik beschrieben, wobei hierzu als Energiequelle eine hochenergetische Strahlung mit einem Laser in Verbindung mit einem bezüglich der Oberfläche inerten Spülgas verwendet wird. Die Reinigung ist dabei an optischen Linsen und Spiegeln als Einzelkomponenten, wie sie z. B. in der Fertigung in Frage kommt, vorgesehen.

Problematisch ist jedoch eine Dekontamination von Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlagen im späteren Betrieb. Mit der zur Belichtung genutzten DUV-Beleuchtung ist eine Reinigung nur ungenügend zu erreichen. Darüber hinaus hat man bisher eine Reinigung mit einer UV-Quelle als problematisch angesehen, da die Gefahr von Schädigungen von Coatings und Material gesehen wurde.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Dekontamination von Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlagen der eingangs erwähnten Art zu schaffen, mit dem die gesamte Anlage im Betrieb bzw. in Betriebspausen dekontaminiert werden kann und zwar ohne die Gefahr von Schädigungen an Coatings oder Materialien.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch das in Anspruch 1 genannte Verfahren gelöst. In Anspruch 10 ist eine Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage aufgezeigt, mit der konstruktiv die Aufgabe gelöst werden kann.

Durch die erfindungsgemäße Verwendung einer zweiten UV-Lichtquelle läßt sich auf einfache Weise eine Dekontamination von Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlagen durchführen. Die zusätzliche UV-Lichtquelle kann nämlich optimal an die für eine Dekontamination gestellten Anforderungen ohne die Gefahr von Schädigungen angepaßt werden, da sie unabhängig von der normalen Beleuchtung ist. Die zweite Lichtquelle kann dabei durchaus den der Belichtung dienenden Laser oder Teile davon mitenthalten.

In einer sehr vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann sie z. B. relativ breitbandig ausgeführt sein und z. B. auch mit einer entsprechend höheren Leistung betrieben werden, wie es für eine normale Beleuchtung der Fall ist. Die größere Bandbreite verbessert den Reinigungseffekt, da zusätzliche schmalbandige Übergänge angeregt werden, wie z. B. Sauerstoffanregungen im Bereich der Schumann-Runge-Bande. Außerdem kann die Wellenlänge so gewählt werden, daß Probleme der Materialzerstörung, wie z. B. Compaction, minimiert werden. In der Regel liegt die Wellenlänge in der Nähe der Belichtungswellenlänge.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der

Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus dem nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipiell beschriebenen Ausführungsbeispiel.

Da eine Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage allgemein bekannt ist, werden nachfolgend nur drei Linsen als optische Elemente davon in Zusammenhang mit der Zeichnung beschrieben, um das Verfahren und die Vorrichtung zur Dekontamination zu erläutern.

In einem Gehäuse 1 sind mehrere Linsen 2 angeordnet. Für den Normalbetrieb ist die Anlage mit einem DUV-Excimer-Laser 3 als Lichtquelle der Projektionsbelichtung versehen. Weiterhin ist im Normalbetrieb eine Spülgaszuführung in Form einer laminaren Strömung am Rand vorgesehen, wozu eine Gaszuführeinrichtung 4 dient.

Zusätzlich zu dem Laser 3 ist eine weitere UV-Lichtquelle mit einem breitbandigen Laser 5 vorgesehen. Der breitbandige Laser 5 dient als Reinigungslichtquelle und wird über einen einschwenkbaren Spiegel 6, der mit einer Stellmechanik versehen ist, in den Strahlengang eingekoppelt, so daß die Linsen 2 möglichst gleichmäßig ausgeleuchtet sind. Anstelle einer Einkoppelung des Lasers 5 mit dem schwenkbaren Spiegel 6 kann auch für den gleichen Zweck ein teildurchlässiger Spiegel (Polarisationsstrahlteiler, dichroitischer Spiegel) vorgesehen sein.

Um die abgelösten Kontaminations-Bestandteile, wie z. B. C, CH_x aus dem geschlossenen optischen System zu entfernen, wird ein Gasfluß (12), z. B. ozonhaltiges Gas, parallel zu den einzelnen Oberflächen der Linsen 2 bzw. entlang der Linsen 2 erzeugt. Da ein solcher Fluß den normalen Objektivbetrieb stören würde, muß er zu- und abschaltbar sein, wobei jedoch der minimale, diffusionsbasierte Gasaustausch im Normalbetrieb durch die Gaszuführungseinrichtung 4 erfolgt. Für diese Gaszuführung ist eine Spülgaszuführeinrichtung 7 vorgesehen, von der aus über Leitungen 8 und radiale Spülöffnungen in dem Gehäuse 1 die Spülgaszuführung wenigstens annähernd senkrecht zur optischen Achse 10 erfolgt. In gleicher Weise erfolgt eine Abfuhr von Spülgas zusammen mit Kontaminations-Bestandteilen über Leitungen 9 in der Umfangswand des Gehäuses 1 auf der den Spülöffnungen gegenüberliegenden Seite. Durch die radialen Spülöffnungen wird ein gleichmäßiger gerichteter Fluß (12) über die Linsenoberflächen erzielt.

Alternativ kann man auch die Gaszuführungseinrichtung 4 für den Normalbetrieb zur Kontaminations-Spülung verwenden. Hierzu wird der parallel zur optischen Achse 10 verlaufende Gasfluß z. B. durch ein Einschwenken mechanischer Blenden 11 (gestrichelt dargestellt) gezielt über die Linsenoberflächen geleitet. Gegebenenfalls ist hierzu die Leistung der Gaszuführungseinrichtung 4 zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit entsprechend zu verstärken.

Eine andere Möglichkeit die Spülgaszuführung im Normalbetrieb für Kontaminations-Spülungen zu verwenden kann auch darin bestehen, daß man Querströmungen durch inhomogene magnetische oder elektrische Felder erzeugt. Ebenso ist eine wechselweise Verwendung von Spülgasen unterschiedlicher Dichte möglich.

Bei Verwendung der Gaszuführungseinrichtung 4 für den Normalbetrieb wird man den Gasfluß so erhöhen, daß die laminare Strömung turbulent wird. Gegebenenfalls sind in diesem Falle auch Änderungen der Objektivgeometrie (Fassung) erforderlich, um Wirbelströmungen zu erzielen.

Der für die Dekontamination vorgesehene Laser 5 sollte ein DUV-Excimer-Laser sein, der mit einer Bandbreite von 500 pm operieren kann. Möglich ist auch der Einsatz einer UV-Excimer-Lampe, z. B. mit 222 nm Wellenlänge. Es kann z. B. auch der Belichtungslaser ohne Injection-Locking als Reinigungslaser eingesetzt werden. Waferseitig kann ein Verschuß den Lichtaustritt in Belichtungsphasen

unterbinden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Dekontamination von Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlagen mit optischen Elementen (2) oder von Teilen davon, insbesondere von Oberflächen optischer Elemente, mit UV-Licht und Fluid, **dadurch gekennzeichnet**, daß in Belichtungspausen eine zweite UV-Lichtquelle (5) zumindest auf einen Teil der optischen Elemente (2) gerichtet wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als zweite UV-Lichtquelle (5) eine relativ breitbandige Lichtquelle verwendet wird. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Reinigung ein Strom (12) des Fluides erzeugt wird, der parallel zu den zu reinigenden Oberflächen der optischen Elemente (2) gerichtet wird. 15
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid zur Reinigung von einer Normalbetrieb-Spülgaszuführung (4) abgezweigt wird. 20
5. Verfahren nach Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß das für die Reinigung vorgesehene Fluid von dem im Normalbetrieb parallel zur optischen Achse verlaufenden Fluidfluß durch Ablenken der Fluidströmung eingeleitet wird. 25
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das für die Reinigung vorgesehene Fluid von dem im Normalbetrieb parallel zur optischen Achse verlaufenden Fluidfluß durch Erzeugen von Querströmungen durch inhomogene magnetische oder elektrische Felder erzeugt wird. 30
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Spülung wechselweise Fluide mit verschiedener Dichte verwendet werden. 35
8. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführung von Spülfluid aus der Normalbetrieb-Fluidzuführung (4) durch Erhöhung des Zuflusses und Übergang von einer laminaren Strömung in eine turbulente Strömung erzeugt wird. 40
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid ein ozonhaltiges Gas ist. 45
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid ein sauerstoffhaltiges Gas ist. 50
11. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage mit einem DUV-Excimer-Laser als Lichtquelle der Projektionsbelichtung, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine weitere UV-Lichtquelle (5) vorgesehen ist, die alternativ zu dem DUV-Excimer-Laser (3) einschaltbar ist und durch die zumindest ein Teil der optischen Elemente (2) beleuchtbar ist. 55
12. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Gaszufuhreinrichtung (7) vorgesehen ist, die für die Zufuhr von Spülgas bei eingeschalteter weiterer UV-Lichtquelle (5) vorgesehen ist. 60
13. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß in der Anlage radiale Spülöffnungen zur Zufuhr von Spülgas vorgesehen sind, durch die ein gerichteter Fluß über die zu reinigenden Oberflächen der optischen Elemente (2) erzeugbar ist. 65
14. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß als Gaszufuhreinrichtung eine für den Normalbetrieb vorgesehene Gaszufuhreinrichtung (4) vorgese-

hen ist, wobei ein parallel zur optischen Achse gerichteter Gasfluß in Richtung auf die Oberflächen der zu reinigenden optischen Elemente (2) abgelenkt wird.

15. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ablenkung einschwenkbare oder einklappbare mechanische Blenden (11) zur Gasflußumleitung vorgesehen sind.

16. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung von Querströmungen inhomogene magnetische oder elektrische Felder vorgesehen sind.

17. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zur Erhöhung des Gasflusses für den Spülbetrieb vorgesehen ist.

18. Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Gaszufuhreinrichtung (4 bzw. 7) eine Ozonquelle enthält.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

